جمهورية مصر العربية

عدد تذكاري

بمناسبة مرور خمسة وستين عاما على إنشاء الجمعية العربية للتعدين والبترول

ندوة خامات الحديد في جمهورية مصر العربية

(٥ ديسمبر ٢٠٠٩م)

مع سجل تذكاري عن نشاط الجمعية وأعضائها

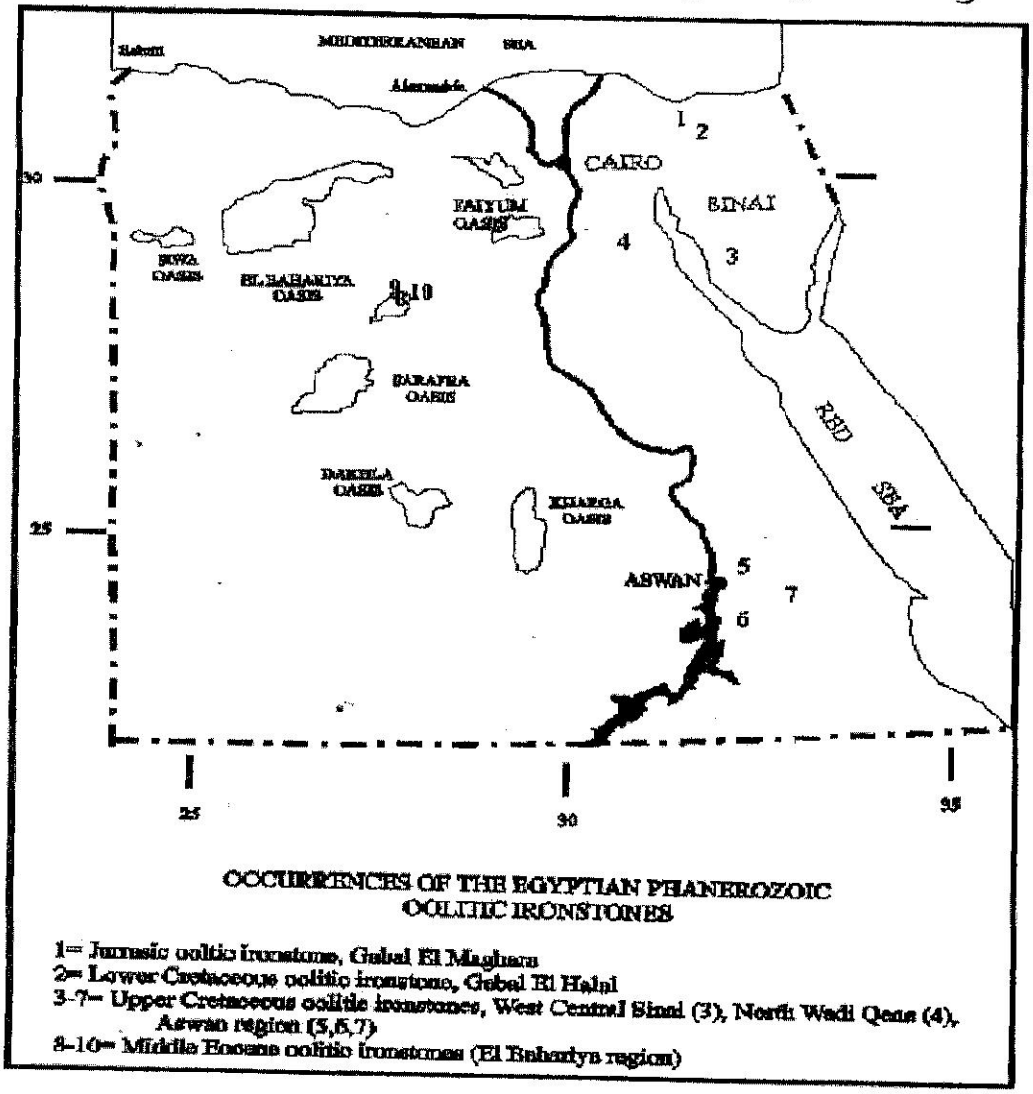
(تاريخ ورسالة)

القاهرة، ٢٠١٠

جيولوجية خامات الحديد بمنطقة الواحات البحرية – الصحراء الغربية، مصر

د. مرتضى مراد طه العارف
أستاذ الخامات – قسم الجيولوجيا – جامعة القاهرة

يشهد العامود الجيولوجي الفانيروزوي لمصر تواجدات عديـدة للأحجـار الحديدية السريائية (البطروخية أو الأووليتية) الاقتصادي منها وغير الاقتصـادي وذات الأعمار المختلفة والمنتشرة جغرافيا من شمال مصر إلى جنوبها (شكل ١).



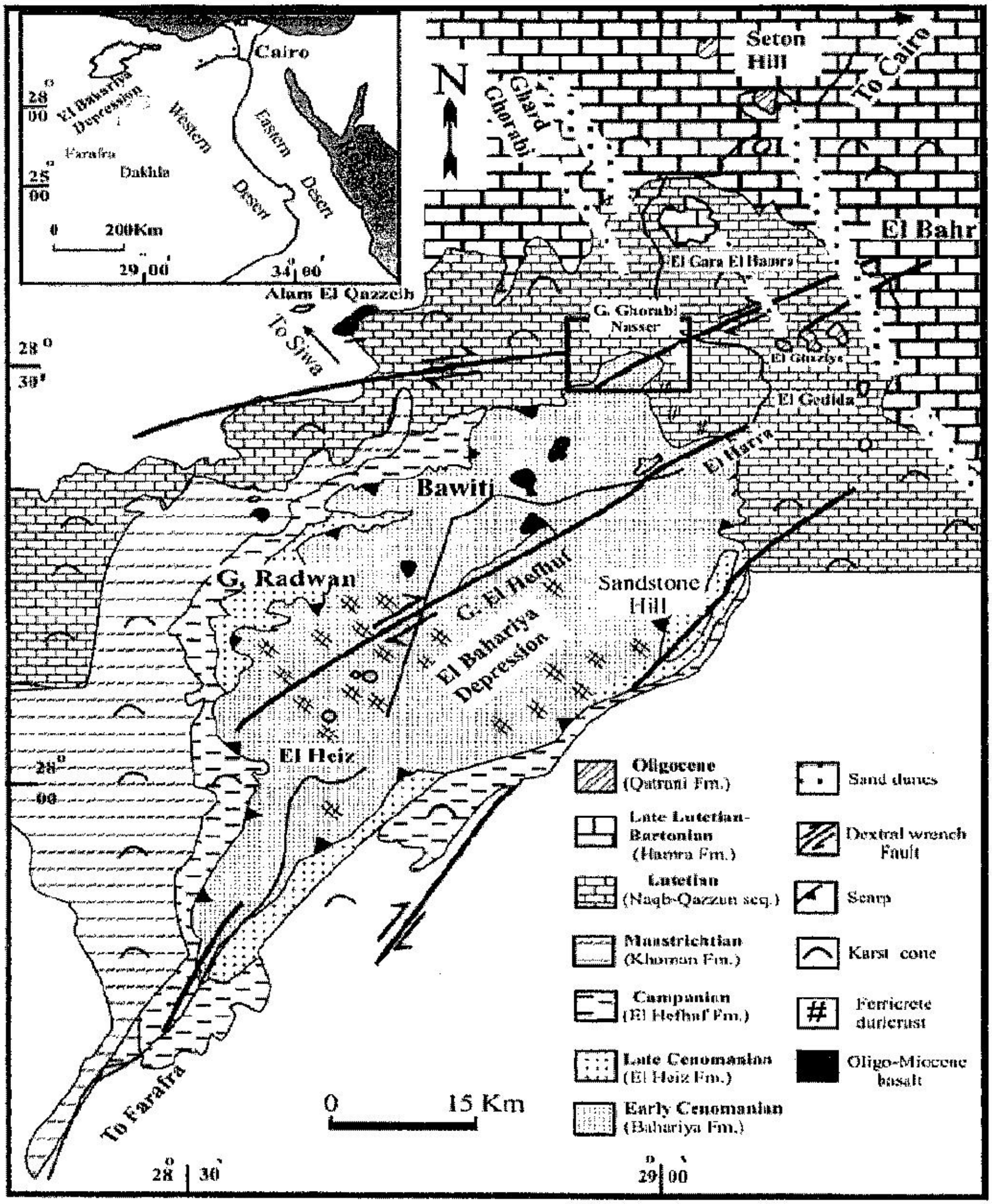
شكل (١): توزيع خامات الحديد البطروخي في مصر

ويرتبط هذا التواجد ارتباطًا كاملاً مع تقدم شاطئ بحر التيسز Tethys إلى الجنوب إبان عصري الجوراسي والكريتاوي وتراجعه في اتجاه الشمال إبان عصر الايوسين الأوسط. في شمال سيناء (جبل المغارة وما حوله) تتواجد الرواسب الحديدية السريائية في صخور الجوراسي والكريتاوي السفلي في حين تتواجد الرواسب الحديدية السريائية في صخور الكريتاوي العلوي في شمال وادي قنا وشرق وجنوب أسوان جنوبا حتى الحدود مع السودان وشمال السودان. تمثل الرواسب الحديدية السريائية والأنكوليتية الاقتصادية لمنطقة الواحات البحرية بوسط الصحراء الغربية رواسب الأيوسين الأوسط المترسبة على شاطئ اللوتاسي إلى الشمال من مرتفع البحرية.

تتميز الهضبة الشمالية الشرقية لمنخفض الواحات البحرية بالصحراء الغربية المصرية بتواجد تتابعات من رواسب خام الحديد المكتنفة طباقيًا مع صخور عصور السينوماني والأيوسين الأوسط والأيوسين الأوسط العلوي. وتمثل الهضبة الشمالية الشرقية للمنخفض جزءًا من هضبة الأيوسين الكارستية التي تنتشر بها مظاهر الكارست الجيومورفولوجية المختلفة من تلال مخروطية ومنخفضات ذات أبعاد مختلفة. تمثل تتابعات الحديد السريائي الأونكوليتي التابعة لعصر الأيوسين الأوسط لهذه الهضبة خامات الحديد الاقتصادي في هذه المنطقة والتى تتواجد محصورة بين سطحي عدم توافق، حيث تقع مباشرةً فوق الصخور الفتاتية الجلوكونتية لمكون البحرية السينوماني ويعلوها الرواسب الجلوكونتية والكربوناتية التابعة لمكون الحمراء (الايوسين الأوسط العلوي). وتمثل هذه التتابعات من خام الحديد السريائي الأونكوليتي قطاعًا ترسيبيًا مختزلاً ذا تغيير سحني جانبي يكافئ قطاعًا سميكًا من الحجر الجيري لمكوني النقب والكازون (مكوني اللوتاسى).

<u>على المستوى القاري</u>: تمثل هذه الرواسب الحديدية السريائية أو الأنكوليتية التابعة للأيوسين الأوسط التجمع الجنوبي لرواسب الحديد السريائي والمترسبة على شاطئ بحر التيسز القديم أثناء ترسيب الحجر الجيري في المنحدر القاري

اللوتاسي حيث تجمعت على ارتفاعات تركيبية من طيات وقبـــاب منفـــصلة مـــن صخور مكون البحرية السينوماني والمتمثلة بمناطق الجديدة والحـــارة وغرابـــي (شكل ٢)، وأيضا تمثل هذه المتواجدات التواجد الاقتـــصادي لرواســـب الحديـــد السريائي في منطقة شمال إفريقيا وجنوب أوروبا.



شكل (٢): خريطة جيولوجية لمنخفض البحرية

(معدلة عن هرمينا وآخرين، ١٩٨٩).

على المستوى المحلى: ترتبط هذه المتواجدات بنطاق الحركات الصدعية التكتونية ذات الاتجاه شمال – شرق وما صاحبها من طيات والتي نشطت على فترات زمنية متتالية أدت إلى ترسيب الصخور الجيرية لعصر الأيوسين الأوسط وما صاحبها من خامات الحديد مباشرة فوق الصخور الفتاتية لعصر السينوماني في منطقة الهضبة الشمالية الشرقية لمنخفض الواحات البحرية.

دراسات الوضع الاستراتيجرافي والترسيبي للرواسب الحديدية في مناطق الجديدة والحارة وغرابي أوضحت أنها تتكون من عدة سحنات حديدية طينية وسحنات حديدية حبيبية (سريائية – اونكوليتية – نيموليتية – وأحفورية) تكررت في تتابعين يفصلهما سطح عدم توافق تأثر بعمليات تعرية لاتيريتية وكارستية أدت إلى التغير في التركيب الأصلى للسحنات. وطبقا للتطور الطوبوغرافى القديم لمكون البحرية السينوماني في منطقة جبل غرابي والأنشطة التكتونية التي سادت بعد السينوماني وأثناء ترسيب الحديد وتأثير ذلك على سحنات الحديد المترسبة. أمكن تقسيم المنطقة إلى ثلاثة قطاعات تشمل القطاع الشمالي والقطاع الأوسط والقطاع الجنوبي والتى تحتوى على سحنات حديدية متميزة تعكس بيئة الترسيب ومستوى سطح البحر وهي مكشوفة تمامًا وبدون غطاء صخري يذكر.

يتميز التتابع السفلي للرواسب الحديدية بتغير جانبى واضح في نوع وسمك السحنات ويبدأ برواسب حديدية طينية تحت ظروف ترسيبية هادئة في مستنقعات طينية ضحلة في القطاعين الجنوبي والشمالى وسحنات حديدية استروماتوليتية على مسطحات المد الشاطئية في القطاع الأوسط. يتلو الشحنات الحديدية الطينية في القطاع الجنوبي وحدة ترسيبية من سحنات حديدية حبيبية غنية بحفريات حديدية من الرخويات والجلدشوكيات. أما في القطاع الأوسط فيعلو السحنات الحديدية الاستروماتوليتية وحدة ترسيبية من سحنات حديدية حبيبية متتابعة في منظومة دورات ترسيبية ضحلة وغنية بالسرئيات والأنكويدزمختلطة مع حفريات حديدية من الفورامينيفيرا القاعية الكبيرة وبعض الهياكل الطحلبية. في القطاع الشمالي تتركز حفريات النيموليت والألفيولينا بشكل واضح على هيئة تموجات كبيرة تدل على

التجمع في مياه ضحلة تحت ظروف ترسيبية تتراوح مــن هادئــة إلـــى عاصـــفة أحيانا.وينتهي هذا التتابع بطبقة غير سميكة ومتميزة من رواسب التربة الحمراء.

التتابع الطباقي في منطقة غرابي – الواحات البحرية

	Formation	Sequence	Southern sector	Central Sector	Northern sector
			silcrete & ferricrete duricrusts		
Oligocene	Qatrani	------	Ferruginous and silicified fluvial planar and trough cross-stratified gravely sandstones and conglomerate lenses with subordinate limonitic mudstone interbeds		
Lutetian-Bartonian unconformity					
Lutetian	Naqb	Upper	Lateritic (karst) ironstone unit associated with stratabound barite deposits Original marine facies stratiform barite (DCR) bioclastic-nummulitic ironstone thinly laminated mud-ironstone		
			Barite-bearing mudstone unit		
		Paleosol and ironstone breccias			
		Lower	3- Nummulitic-oolitic-oncolitic ironstone unit 2- Fossiliferous ironstone unit 1- Mud-ironstone unit	2- Nummulitic-oolitic-oncolitic ironstone unit 1- Stromatolitic ironstone unit	2- Nummulitic ironstone unit 1- Mud-ironstone unit
Cenomanian-Lutetian unconformity					
Cenomanian	Bahariya	-----	White kaolinitic and green glauconitic mudstones, containing ironstone bands, lenses and concretions	White barite-bearing and ferruginous sandstones	White kaolinitic and green glauconitic mudstones, containing ironstone bands, lenses and concretions

ويبدأ التتابع العلوي بتقدم ملحوظ لبحر الأيوسين الأوسط (اللوتاســـى) مــع ترسيب سحنة طينية فتاتية تمتد لتشمل جميع قطاعات جبل غرابي حتى تصل إلى صخور الأحجار الجيرية المكافئة. وتكوّن هذه السحنة نطاقاً واضــحًا متــساوي السمك دالاً على انتظام سطح المنطقة بعد انتهاء التتابع السفلي للرواسب الحديدية. يتلو هذه السحنة تتابع متكرر من دورات ترسيبية ضحلة من السحنات الحديديــة

الطينية والحبيبية الغنية بالفتات الأحفوري والنيميوليت مما يدل على الانتقال من ظروف ترسيبية هادئة إلى عاصفة أحيانا.

تظهر التراكيب الترسيبية الميكروبية في ثلاثة أشكال رئيسية:

١. أشكال حديدية ميكروبية استروماتوليتية مسطحة وقبابية تكونت تحت ظروف ترسيبية هادئة على مسطحات المد الشاطئية في القطاع الأوسط.
٢. أشكال حديدية ميكروبية حبيبية وتشمل السرئيات والأنكويدزبعضها يحتوى على انوية مركزية انتقلت لأماكن الترسيب بفعل تيارات المد والجزر والتيارات العاصفة.
٣. أشكال حديدية ميكروبية حبيبية (بيلويدز) تمثل المرحلة الأولية.

وتعتبر السيانو بكتيريا بنوعيها المستدير والخيطي أهم الكائنات الدقيقة المؤثرة في ترسيب أكاسيد الحديد المائية غير المتبلورة إما بطريقة فيزيائية عن طريق التقاط وتجميع وتثبيت الجزيئات الدقيقة لأكسيد الحديد المائية غير المتبلورة من المحلول الغروي وإما بطريقة بيوكيميائية عن طريق امتزاز أكاسيد الحديد المائية غير المتبلورة على / أو بداخل جدران الخلايا البكتيرية. أيضا يمتد دور السيانوبكتيريا إلى المرحلة المبكرة من عمليات ما بعد الترسيب حيث إنها تعمل على تحلل بقايا المواد العضوية والتى ينتج عنها بيئة اختزالية ضعيفة وتغير في الظروف الكيميائية وأيضا ينتج عنها ذوبان للهياكل الكلسية للحفريات وإحلالها بمركبات الحديد المائية غير المتبلورة. ويجري حاليًا دراسة دور السيانوبكتيريا في ترسيب الحديد والعمليات البيوكيميائية المصاحبة وذلك باستخدام الأجهزة والتقنيات التحليلية الحديثة والملائمة.

يتميز السطح العلوي لكل من التتابعين السفلي والعلوي بوجود الرواسب اللاتيريتية والكارستية الناتجة عن التعرض لظروف تجوية عنيفة وارتفاع لمستوى المياه الجوفية مع تكوين رواسب تربة وإعادة ترسيب وتركيز لرواسب الحديد في الشقوق والفراغات الناتجة عن العمليات اللاتيريتية والكارستية.

تتشابه السحنات الحديدية في منطقة الحارة والجديدة بنظيرتها في منطقة غرابى وان كانت تختلف محليًا في سمك الطبقات وامتداداتها الجانبية طبقًا لطبيعة الوضع الطوبوغرافي القديم لكل منطقة على حدة ووضعها الجيولوجي. ويجب الإشارة أن في كل من وادي الحارة بمنطقة الحارة والوادي الشرقي والوادي الغربى بمنجم الجديدة يتواجد الخام تحت سمك كبير من الغطاء الصخري من صخور جلوكونتية ورواسب حديد لاتيريتية تابعة لمكون الحمرا (الأيوسين الأوسط العلوي – العلوي) وصخور فتاتية تابعة لعصر الاوليجوسين، وعليه يتحتم التنويه بميزة موقع جبل غرابى الذي يتواجد الخام به مكشوفًا على السطح دون غطاء صخرى يذكر.

توصل المشروع البحثي القومي لاستكشاف الحديد في قطاعات الصحراء الغربية وأسوان (١٩٩٣ –١٩٩٧) إلى اكتشاف متواجدات جديدة لخام الحديد جنوب منجم الجديدة وشمال شرق منطقة الحارة مما أضاف أرصدة جديدة للخام.

الخلاصة:

يمكن إجمال العوامل الجيولوجية الإقليمية والمحلية التي تحكمت في توزيع وتكوين خامات الحديد في أماكن تواجدها بالهضبة الشمالية الشرقية لمنخفض الواحات البحرية إبان عصر الأيوسين الأوسط كما يلى:

١. Paleogeography of the paleoshoreline التوزيع الجغرافي القديم لشاطئ بحر التيسز على الحدود الشمالية لمرتفع البحرية إبان الايوسين الأوسط.

٢. Paleotopography and distribution of highs and lows الوضع الطوبوغرافى إبان عصر الأيوسين الأوسط لمنطقة الواحات البحرية وتوزيع المرتفعات الواقعة تحت تأثير عوامل التعرية والمنخفضات المغمورة بالرواسب الشاطئية.

٣. Paleodrainage distribution pattern اتجاهات نظم الصرف القديمة من المرتفعات الجنوبية في اتجاه الشاطئ شمالا.

٤. Tectonic setting الوضع التكتونى للمنطقة قبل وأثناء وبعد عصر الأيوسين الأوسط.
٥. Paleoenvironments and sedimentological parameters بيئات الترسيب السائدة والمعاملات الترسيبية وتأثيرها على تكوين السحنات الحديدية الطينية والحبيبية.
٦. Microbial role (biomineralization) التأثير المباشر وغير المباشر للكائنات العضوية الدقيقة في ترسيب رواسب الحديد و تحورها المعدني.
٧. Diagenesis and subaerial processes عمليات الترسيب وما تلاها من تأثير التجوية الهوائية (الأتيريتية والكارستية) والمياه الجوفية.

ومن ذلك يتبين أن تكوين خامات الواحات البحرية بالصحراء الغربية هو ناتج مؤثرات جيولوجية إقليمية ومحلية تجمعت جميعها في فترة زمنية محددة ومؤثرة في أماكن محددة ذات مميزات جيولوجية محددة.

شكر وتقدير

هذا العمل المتواضع هو محصلة وخلاصة نتائج العديد من الأبحاث العلمية الجادة والمستمرة من الثمانينات حتى يومنا هذا لاحقة لأعمال أساسية سابقة والتي اجتهد فيها العديد من الزملاء والأساتذة والباحثين الأفاضل من جامعة القاهرة وشركة الحديد والصلب المصرية والتى أتشرف بالانتماء إليهم مكونين مجموعات عمل هدفها كشف أسرار هذا الخام المثير للجدل، وقد ظهرت نتائج هذه الأعمال في صورة مجموعة من الرسائل العلمية لدرجة الماجستير والدكتوراه والتقارير العلمية، والعديد من الأبحاث المتخصصة المنشورة والتى أتشرف بأن أستعرضها فيما يلى.

المراجع

- **El Sharkawi, M. A.; Higazy, M. and Khalil, M. A.** (1987)**:** Three probable genetic types of iron ore at El Gedida mine, Western Desert, Egypt. Egypt. J. Geol., v. 31, p. 1-2.
- **El Aref M. M. and El Manawi, A. W.** (1987): Digenetic evolutional patterns of iron sapphires in the Jurassic clastics, carbonates and coal sediments of Gebel El Maghara, Sinai, Egypt. Egypt. J. Geol., 31, 1-2, 85-103.
- **El Sharkawi, M.; El Aref M. M. and El Manawi, A. W. (1989):** Paleoenvironments, classification and diagenetic aspects of ironstones in the Mesozoic sediments of El Maghara area, Egypt. Egypt. Mineralogist, 1, 1-25.
- **El Aref, M. M. and Lotfy, Z. H. (1989)**: Genetic karst significance of the iron ore deposits of El Bahariya Oasis, Western Desert, Egypt. Ann. Geol. Surv. Egypt. XV, 1985,1-3.
- **El Aref, M. M.; El Dougdog A. A. and Mesaed, A. A. (1991):** Landform evolution and formation of ferricrete duricrusts, El Heiz area, El Bahar ia depression, Western Desert, Egypt. Egypt. J. Geol., 34, 1& 2, 1-39.
- **El Aref, M. M. (1993):** Pedogenesis and related gibbsite and natroalunite formation in Um Gereifat area, Red Sea Coastal Zone, Egypt. Egypt. J. Geol., 37, 1, 307-333.
- **El Aref, M. M.; El Dougdog, A. and Mesaed, A. (1992):** Petrography and diagenesis of the high-laying ferricrete of El Bahariya depression, Western Desert, Egypt. Egyptian Mineralogist, 4, 23-53.
- **El Aref, M. M. (1994):** Phanerozoic stratifrm and stratabound deposits of Egypt; their stratigraphic, paleo-geographic, -topographic and -environmental controls. Proceedings of the Second International Conference on Geology of the Arab World (1994). Geology of the Arab World (A. Sadek, ed.), 97-124.
- **El Sharkawi, M. A.; El Aref, M. M. and Mesaed, A. (1996):** Stratigraphic setting and paleoenvironment of the Coniacian - Santonian ironstones of Aswan, South Egypt. Geol. Soc. Egypt. Spec. Publ., No. 2, 243-278.
- **El Aref, M. M.; El Sharkawi, M. A. and Mesaed, A. (1996):** Depositional and diagenetic microfabric evolution of the Cretaceous oolitic ironstone of Aswan, Egypt. Research Studies on Some Cretaceous Sequences of Egypt, Geol. Soc. Egypt. Spec. Publ. No. 2, 280-312.

- **El Aref, M. M. (1998):** Ores in the sedimentary cover. Phanerozoic strataboumd ore deposits. Metallogenic map - Arab Republic of Egypt (Dardir, A.A. et al., eds.)
- **El Aref, M. M. (1999):** Achievements of the Egyptian Iron Exploration Project (IEP, 1993-1997). Proceedings of the Fourth International Conference on Geology of the Arab World, Cairo University, Egypt (1998). Geology of the Arab World (Hafez et al., eds.), 10-22.
- **El Aref, M. M.; El Sharkawi, M. A. and Khalil, M**. (1999): Geology and genesis of the stratabound and stratiform Cretaceous - Eocene iron ore deposits of El Bahariya region, Western Desert, Egypt. Proceedings of the Fourth International Conference on Geology of the Arab World, Cairo University, Egypt. 1998. Geology of the Arab World (Hafez et al., eds.), 450-475.
- **Mesaed, A. A. (1999):** Stratigraphic setting and paleoenvironments of the Bartonian-Priabonian glaucony facies of the northern part of the Western Desert, Egypt. Egypt. J. Geol., v. 43/2, p. 1-27.
- **Mesaed, A. A. (1999):** Origin and fabric evolution of the Eocene glaucony of the northern part of the Western part, Egypt. Egypt. J. Geol., v. 43/2, p. 29-54.
- **Mesaed, A. A. (2001):** Mn enrichment in the Bartonian lateritic iron ore of El Gedida mine: mineralogical and geochemical studies. Egypt. Min., v. 13, p. 245-278.
- **Mesaed, A. A. and Surour, A. A. (1999):** Mineralogy and geochemistry of the Bartonian stratabound diagenetic and lateritic glauconitic ironstones of El Gedida mine, El Bahariya Oasis, Egypt. Gaw 4 Int. Conf. on Geol. Of the Arab World, Cairo Univ., Egypt, P. 509-540.
- **Sehim, A. A. (2000):** Mesozoic-Cenozoic structural architecture, Western Desert, Egypt. Int. Conf. on the Western Desert of Egypt: Geologic environment and development, Cairo (Jan. 17-20, 2000), 17 p.
- **Mesaed, A. A. and Surour, A. A. (2000):** Mineral chemistry and mechanism of formation of the Bartonian glaucony of El Gedida mine, El Bahariya oasis, Egypt. Egyptian Min., v. 12, p. 1-28.
- **Helba, A. A.; El Aref, M. M. and Saad, F.** (2001): Lutetian oncoidal and ooidal ironstone sequences; depositional setting and origin, northeast El Bahariya depression, Western Desert, Egypt. J. Geol. Soc. Egypt, V. 45/1A, 325-351.
- **El Aref, M. M.; Helba, A. A. and Saad, F**. (2001): Lutetian ramp carbonate facies, hierarchy and environments, northeeast El Bahariya

depression. Proceedings of the Second International Conference on the Geology of Africa, Assiut University, 2001, IB, 385-403.

- **Helba, A. A; El Manawy, A. W. and El Aref, M. M.** (2003): Syndepositional lateritic alteration and clastics starvation as pathways in the formation of the oolitic ironstones of North Wadi Qena, Eastern Desert, Egypt, Egyptian Journal of Geology, V. 47/1, 255-274.
- **Mohamed, A. F.; Gouda, M. A.; El Aref, M. M. and Moharam, M. R.** (2003): Geostatistical structural analysis of Ghorabi iron ore deposits. Proceeding of the 8th International Conference on Mining and Metallurgical Engineering (MPM`8), Suez Canal University, 181-194.
- **Mohamed, A. F.; Gouda, M. A.; and Moharam, M. R. and El Aref, M. M.** (2004): Geostatistical study on El Harra iron ore deposit. Al Azhar Univ. Engineering Journal, Vol. 7, No. 5, 2004, 979 -987.
- **Mesaed, A. A.; Khalil, M. A. and Salama, W. S. and ElAref, M. M.** (2005): Diagenetic history and mineral evolution of the Lutetian ironstones of Gabal Ghorabi mine area, El Bahariya Depression, Western Desert, Egypt. Annual Meeting (16) of the Egyptian Mineralogical Society, (abstract).
- **ElAref, M. M.; Mesaed, A. A.; Khalil, M. A. and Salama, W. S.** (2006) Stratigraphic setting, facies analyses and depositional environments of the Lutetian Ironstones of Gabal Ghorabi mine area, El Bahariya Depression, Western Desert, Egypt. Egyptian Journal of Geology, v,50, p. 29-57.
- **ElAref, M. M.; Mesaed, A. A. and Salama, W. S.** (2006): Microbialite morpho-structures and biogenic accretion mechanism of the Lutetian Ironstones Gabal Ghorabi mine area, El Bahariya Depression, Western Desert, Egypt. Egyptian Journal of Geology, v, 50, p. 59-81.

M.Sc. & Ph. D. Theses & Scientific Reports:

- **Khalil, M. A. (1984):** Chemical and mineralogical variations of iron ore mine in El Gedida area, Bahariya oases, Western Desert, Egypt. M. Sc. Thesis, Fac. of Sci. El Azhar Univ., Cairo, 99 p.
- **El Manawi, A. W. (1986):** Petrological and mineralogical studies of the Mesozoic ferruginous sediments of Gebel El Maghara, North Sinai, Egypt. M. Sc. Thesis, Fac. of Sci., Cairo Univ., 113 p.
- **Lotfy, Z. H. (1988):** Geological, sedimentological and mineralogical study of northeastern plateau, Bahariya Oasis, Egypt. Ph. D. Thesis, Fac. Sci. Cairo Univ., 330 p.
- **Mesaed, A. A. (1990):** Geological and mineralogical studies on the ferruginous sediments of El Heiz area, Bahariya oasis, Western Desert, Egypt. M. Sc. Thesis, Fac. Sci. Cairo Univ., 235 p.

- **IEP (1993-1997):** Iron ore exploration project, Cairo Univ. and EGSMA, phases I-III internal reports. Cairo Univ., Fac. Sci. Geol. Dept., report I (1993-1994, 147p.), report II (1994-1995, 161p.), report III (1995-1997, 287p.).
- **Khalil, M. A. (1995):** Geological and mineralogical studies on the northeastern part of El Bahariya Oasis, Western Desert, Egypt. Ph. D. Thesis, Fac. Sci. Geology Dept. El Azhar Univ., 237p.
- **Mesaed, A. A. (1995):** Geological, mineralogical and geochemical studies on the ironstones and related lateritic products of Aswan Region, Egypt. Ph. D. Thesis, Fac. Sci. Cairo Univ., 289 p.
- **Moawad, A. A. (2000):** Geological and sedimentological studies on the carbonate rocks hosting the iron deposits of the northeastern plateau of the Bahariya Depression, Western Desert, Egypt. M. Sc. Thesis, Fac. Sci. Cairo Univ., 150 p.
- **Fatma, E. Saad (2001):** Sedimentology and diagenesis of the Cenozoic oolitic irostones of ElBahariya Region, Western Desert, Egypt. M. Sc. Thesis, Fac. Sci. Cairo Univ., 153 p.
- **Salama, W. H. (2005):** Geology and genesis of Ghorabi iron ores and the associated barite and manganese-rich deposits, El Bahariya Depression, Western Desert, Egypt. M. Sc. Thesis, Fac. Sci. Cairo Univ., 284 p.